Editorial
On line



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Les proliferacions de meduses

Josep-Maria GILI i Francesc PAGÈS

Institut de Ciències del Mar (CSIC), Passeig Marítim de la Barceloneta 37-49, 08003 Barcelona. E-mail: gili@icm.csic.es

Les proliferacions de meduses i altres organismes components de l'anomenat plàncton gelatinós són un fenomen natural tant en aigües costaneres com oceàniques. L'augment d'observacions és un fet confirmat per la comunitat científica perquè l'enregistrament d'eixams s'ha incrementat en els darrers anys (Mills, 2001; Purcell, 2005). Aquest fenomen ha creat un cert senyal d'alarma, perquè causen importants problemes en algunes activitats econòmiques i en la gestió dels recursos naturals. Alguns canvis en el clima global de la Terra i alteracions produïdes per l'activitat humana han introduït una enorme incertesa en els ritmes dels ecosistemes marins. Els oceans i especialment les zones costaneres estan alterats tant per la contaminació com per la sobrepesca. Gran part de l'energia que abans circulava per les moles de peixos ara és processada per altres depredadors -especialment cnidaris i ctenòfors- que omplen un espai en l'espai tròfic (Mills, 1995). L'activitat pesquera segueix extraient els grans depredadors i en aquest escenari, és previsible pensar que el zooplàncton carnívor proliferi sense gaires competidors. Moltes meduses es concentren en aigües on els peixos fan la posta o es concentren les seves larves i ous, que són preses potencials (Purcell i Grover, 1990).

Altre corrent d'opinió destaca els increments o anomalies de les concentracions de meduses com a conseqüència del canvi global. Canvis interanuals en les proliferacions s'han relacionat amb canvis en la latitud de l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord, en el corrent del Golf o en la intensitat del fenomen *El Niño* (Purcell, 2005). La falta de llargues sèries temporals d'informació sobre les variacions espaials i temporals de les comunitats planctòniques, no permet precisar la relació causa-efecte entre les anomalies dels canvis climàtics i oceanogràfics i les oscil·lacions del plàncton. Una primera aproximació al tema està relacionada amb l'augment de la temperatura que pot afavorir cicles vitals més avançats i més curts que influeixen en l'èxit reproductor (Arai, 1997). En algunes espècies, el

lleuger augment en la taxa reproductora, s'ha vist com un excel·lent indicador dels canvis globals o de canvis ambientals recents que han alterat els seus cicles reproductors (Brodeur *et al.*, 1999).

Arrel de noves observacions d'eixams de meduses a les platges catalanes i balears, i del creixent nombre de persones picades per aquests organismes, existeix la percepció d'un augment progressiu del nombre de meduses al nostre litoral. Cada estiu aquest fenomen és tractat pels medis de comunicació de manera anecdòtica o alarmista producte de les necessitats del moment, però la resposta a la pregunta plantejada s'ha de tractar amb cura degut a que no es disposa de dades concloents.

En tot el litoral de l'estat espanyol no existeix cap registre de la presència d'eixams de meduses i evidentment, una encertada avaluació del problema si se'l pot considerar així, va més enllà de dades recollides discontínuament en l'espai i el temps. Cal fer una aproximació a partir d'observacions i de dades relatives recollides per algunes persones i entitats però de manera contínua. Diversos factors recolzen la tendència a un augment progressiu de l'abundor de meduses als mars de tot el món, que sembla amagat o esmorteït dintre dels ritmes naturals d'aparició de les espècies i que només esdevenen evidents quan es produeixen les explosions estacionals. Aquest fenomen podria esdevenir un problema a molts llocs en els propers anys, ja ho és ara a uns quants i afecta principalment als usuaris de les platges i als pescadors, apart de les xarxes tròfiques pelàgiques.

Les meduses: uns organismes prou coneguts?

Les meduses se situen entre els organismes vius més primitius coneguts des de l'era primària. A Austràlia s'han trobat els exemplars fòssils més antics en jaciments que daten de més de 600 milions d'anys. Les espècies actuals presenten una morfologia molt similar a les espècies fòssils. Tots els registres fòssils són meduses amb una morfologia una mica complexa i es corresponen a les grans meduses actuals conegudes com escifomeduses. Les més abundants i diversificades són les hidromeduses, de petites dimensions i bastant delicades. Una medusa té una organització general bastant simple. Es tracta d'un sac en l'extrem del qual es situa la boca, que també té les funcions d'orifici excretor, al voltant de la qual hi ha una corona de tentacles. En l'interior del sac se situen les estructures encarregades de la digestió i reproducció. Manquen de veritables teixits i les dues capes que componen la seva paret corporal (endoderm i ectoderm), estan formades per cèl·lules especialitzades. Ambdues capes estan separades per una tercera de naturalesa gelatinosa (mesoglea) que confereix la turgència que tenen la majoria meduses. Més del 95 % del seu cos està format per molècules d'aigua que els hi confereix una densitat molt similar a la de l'aigua de mar, i flotabilitat (Arai, 1997; Bouillon, 1995).

Es coneixen unes 1000 espècies de meduses, de les quals unes 300 es troben en el Mediterrani. Bona part de les espècies viuen suspeses en les masses d'aigua gràcies a la seva flotabilitat. Són arrossegades pels corrents però moltes presenten moviments lents de desplaçament. Mitjançant unes cèl·lules en forma de fibres musculars es contreuen i expandeixen rítmicament i, poden recórrer llargs trajectes. De tota manera, en alguns casos s'han observat meduses nedant a una velocitat de més de 55 metres per hora. Una densitat d'1 medusa en 10 metres cúbics d'aigua és normal, però en bastants ocasions s'arriben a formar enormes eixams de desenes de meduses per metre cúbic. L'espai vital que ocupa una medusa és el volum del seu cos més el qual puguin abastar amb tots els seus tentacles estesos. Aquests, són molt retràctils i arriben a allargar-se a més de 5 metres en algunes espècies. Els tentacles constitueixen els instruments essencials per a la captura de preses. S'estenen a manera de xarxa que espera el pas dels organismes que queden atrapats en ells. Quan estan estesos són molt fins i tot just poden ser vists per les seves preses. Una vegada la presa ha contactat amb el tentacle, és paralitzada pels cnidocists. Els tentacles es retreuen portant les preses cap a la boca de les meduses.

Amb els tentacles completament desplegats, les meduses són potents caçadores. Gairebé totes les espècies són carnívores i s'alimenten sobretot de petits crustacis, com els copèpodes que són els organismes més abundants del zooplàncton. En general són caçadors oportunistes que capturen qualsevol tipus de presa que es situa a l'abast dels seus tentacles. Presenten una enorme capacitat de captura podent ser en determinades àrees geogràfiques i períodes de temps els principals consumidors de la comunitat zooplanctònica. Un exemple és l'observat en la badia de Chesapeake (Estats Units), on la població de la medusa *Chrysaora quinquecirrha* arriba a consumir diàriament més del 90 % de tot el zooplàncton generat en el mateix dia (Purcell i Arai, 2001). En el Mediterrani, una petita medusa *Neoturris pileata* consumeix més de 20 copèpodes diaris durant els dos mesos que tenen de vida en el plàncton. Aquesta elevada capacitat depredadora és de gran importància per a la persistència de les comunitats zooplanctònicas quan arriben a formar densos eixams de més de 100 individus per metre cúbic. La incidència de les meduses sobre la resta d'organismes del zooplàncton no és només com depredadors. A l'alimentar-se de molts organismes que alhora són preses potencials d'uns altres de major grandària com són els grans crustacis o les larves de peixos, disminueixen les possibilitats de trobar preses a aquests últims. Al competir amb avantatge sobre el mateix tipus de preses disminueixen la capacitat de supervivència d'altres organismes que es troben en la mateixa comunitat. Aquest fenomen és especialment important en el cas de les larves i juvenils de peixos. A més, com s'ha pogut comprovar en estudis recents, les meduses s'alimenten també de larves o juvenils de peixos. En aquest sentit, per exemple, s'ha observat que meduses del gènere *Aurelia* d'uns 50 centímetres de diàmetre quan troben un banc d'arengades, arriben a capturar uns 10 juvenils per hora (Möller, 1984). Aquest extremat apetit està afavorit per la velocitat amb la qual digereixen les preses una vegada s'introdueixen en la seva cavitat gàstrica.

Bastants meduses posseeixen un cicle de vida dividit en dues etapes. Una etapa lliure i nedadora en el plàncton que és la medusa i una etapa en forma de pòlip que es fixa a un substrat. La forma medusa és sexuada i hi ha meduses mascle i meduses femelles. Durant l'època de reproducció els individus de cada sexe alliberen al mitjà les gàmetes per la fecundació. En algunes espècies, una sola medusa arriba a produir uns dos milions d'ous. De l'ou fecundat s'origina una larva que es desplaça cap al fons on al cap d'uns pocs dies es transforma en un pòlip. Aquest pòlip és asexuat i la seva esperança de vida varia molt segons les espècies. En grans meduses el pòlip perdura en el llit marí durant molts mesos. Cada pòlip és capaç de generar diverses meduses que una vegada alliberades se semblen molt poc a les meduses adultes. Aquestes meduses juvenils van creixent ràpidament i en un mes o dos arriben a la maduresa sexual. La medusa adulta pot viure des de sis mesos a un o dos any. L'espècie *Aurelia aurita* produeix diverses generacions de gàmetes durant el seu període reproductor que s'estén des de principis de primavera fins a mitjans d'estiu (Lucas, 2001).

Les meduses tenen períodes d'aparició estacional en el plàncton. En el Mediterrani, el període de màxima abundor es situa entre inicis de primavera fins a finals d'estiu. La resta de l'any hi ha menys individus i la majoria d'espècies esperen en forma de pòlips en el fons del mar o en forma d'ous de resistència en el plàncton. Aquests últims, no es desenvolupen, i esperen que es produeixi un augment de temperatura de l'aigua a inicis de primavera. Normalment les meduses viuen solitàries però en determinats moments de l'any arriben a formar aglomeracions de milers d'individus. Per exemple, al llarg de la plataforma continental catalana, les poblacions més denses de meduses es produeixen a unes 20 a 40 milles de la costa, en mar obert. Les meduses de concentren en una zona especialment rica en zooplàncton situada en el límit de la plataforma continental. En aquesta zona esdevenen unes peculiars condicions hidrogràfiques (el que es coneix com un front de densitat) que afavoreixen que s'origini i es mantingui una important producció biològica. L'elevada concentració de fitoplàncton i zooplàncton que les meduses trobin suficients preses com per a créixer, reproduir-se i generar poblacions de molts individus. De tota manera, l'esmentada producció biològica vària molt d'un any a un altre i això fa que l'abundància de meduses fluctuï bastant d'un any al següent.

Els densos eixams de meduses que es troben una mica allunyats de la costa, poden ser arrossegats cap a les platges pels corrents superficials generats pels vents de mar a terra. Si l'aigua costanera té una temperatura (i per tant una densitat) diferent a la de mar obert, els corrents superficials troben grans dificultats per arrossegar els eixams de meduses cap a la costa. Però quan les aigües presenten una temperatura molt similar, els corrents arrosseguen les meduses cap a la costa en poc temps. Així, els factors climàtics que influeixin que l'aigua costanera sigui més càlida a principis de primavera, seran una causa indirecta, però determinant de l'arribada de grans quantitats de meduses a les platges.

Factors oceanogràfics i climatològics

Al Mediterrani occidental les espècies més abundants en ordre decreixent són l'acàlef luminiscent (*Pelagia noctiluca*), el borm blau *(Rhizostoma pulmo)*, l'ou ferrat (*Cotylorhiza tuberculata*) i el borm radiat (*Chrysaora hysoscella*). Cal dir però, que el borm blau sembla haver assolit el primer lloc en els darrers dos o tres anys. Aparicions esporàdiques d'hidromeduses també ocorren però degut la seva mida menor, generalment passen desapercebudes. De totes maneres, l'antomedusa *Velella velella* va ser l'espècie que va mostrar el més gran i cridaner eixam en l'any 2000. A finals d'abril grans quantitats d'aquesta espècie neustònica, fàcilment identificable pel color blau intens de la vorera i la vela quitinosa que la fa derivar a mercè dels vents, van ser observades a les costes de Tunis i Algèria. A mitjans de maig, les aigües litorals i les platges catalanes i balears es tenyiren de blau intens per la seva aparició massiva, que fou detectada a les costes franceses el mes següent. La Costa Brava i les Illes Balears no recordant un fenomen com aquest al llarg del darrer segle.

Els eixams de meduses s'observen en qualsevol lloc de la costa on arriben afavorits per diversos mecanismes físics i biològics. La direcció dels vents i corrents marins en combinació amb la topografia litoral els dirigeixen cap a certs indrets on formen agregacions de morfologia i dimensions variables (Graham *et al.*, 2003). Menys conegut és el paper que juga el comportament de cada espècie encara que per exemple, observacions *in situ* indiquen agregacions en determinades capes sota la superfície o en zones estuàriques i fronts halins en època de reproducció. Avui dia no hi ha cap estudi científic que demostri que l'abundor i freqüència de meduses a les nostres costes es mantingui estable o hagi disminuït en els darrers anys. Per contra, les poques dades disponibles junt amb la intensificació d'una sèrie de processos derivats de les activitats humanes indiquen un increment significatiu. Les dades més creïbles que hem trobat corresponen al cens de la Creu Roja de Catalunya. El nombre de persones assistides per aquesta organització a les platges del municipi de Barcelona en el període 1996-2000 fou 3053, 3835, 5628, 6797 i 4683 de les que sofriren picada de medusa 700, 1396, 2738, 3197 i 953, respectivament. La davallada en el nombre d'assistències en l'any 2000 s'atribueix al menor número de dies efectius de platja degut a les condicions meteorològiques (Creu Roja 2000). No es disposen de les dades acumulades a tot el litoral català però una extrapolació tenint en compte el nombre de banyistes produiria un nombre d'afectats clarament significatiu.

S'ha suggerit que la disminució hivernal del règim de pluges, simultània amb l'augment de la irradiació solar pot estar correlacionada amb l'abundor de meduses en aigües litorals uns mesos més tard (Rubio i Muñoz 1997). Si la primavera és calorosa i el règim de precipitacions és inferior a la mitjana estacional anual, la massa d'aigua de plataforma tendiria a una primerenca homogenització amb la massa d'aigua oceànica, facilitant les intrusions d'aigües oceàniques que transporten eixams de meduses, perquè el front que separa ambdues masses d'aigua esdevé més costaner. Tenint en compte les circumstàncies actuals d'una sequera que d'any a any sembla afectar a mes indrets de les costes mediterrànies, s'escau valorar l'efecte que pot tenir el control del cabdal dels rius i la minva d'aigües continentals vers el mar.

Factors antropogènics: contaminació

Greve i Parsons (1977) van proposar que la cadena tròfica pelàgica clàssica "microfitoplàncton (diatomees)->copèpodes ->peixos" podria ser substituïda progressivament per una cadena més llarga i menys eficient degut a efectes derivats de l'augment de les concentracions d'hidrocarburs en tots els mars de la Terra. Els bacteris marins proliferen en les zones contaminades per hidrocarburs i algunes espècies són utilitzades com a primera força de xoc per combatre les marees negres (Atlas 1995). Les poblacions bacterianes però, són controlades per protistes, principalment nanoflagelats heterotròfics que les brostegen (Vaqué *et al.*, 1994) i aquests darrers són presa dels ciliats, els quals constitueixen l'aliment principal dels copèpodes. El darrer esglaó de la cadena seria el zooplàncton gelatinós carnívor (meduses, sifonòfors, ctenòfors), un grup força divers i abundant que competeix amb l'ictioplàncton pel micro- i mesozooplàncton, i en aquest darrer grup el copèpodes són sovint el grup més nombrós. Aquesta teoria no ha estat demostrada però hi ha al menys dos exemples que indiquen un augment substancial de l'abundor d'escifomeduses en dues àrees afectades de manera diferent per les explotacions petrolíferes.

Durant 1989, es produí un gravíssim accident a Prince William Sound (Alaska) quan el superpetrolier Exxon Valdez va xocar contra els esculls i va vessar milers de tones de cru. L'impacte ambiental va ser brutal i la regió continua avui dia patint les conseqüències. Prince William Sound acull enormes agregacions de meduses *Aurelia labiata* que mostren però importants variacions interanuals (Purcell *et al.*, 2000). De totes maneres, entre els canvis més notoris destaca l'increïble augment en les captures de meduses al llarg del període (1990-1997) per la flota pesquera que opera al veí mar de Bering (Brodeur *et al.*, 1999), encara que fins avui no he vist comentada o publicada cap relació entre aquests dos fets.

Per altra banda, la plataforma continental del golf de Mèxic és un immens camp de plataformes petrolíferes que ha afectat negativament la tradicional i rica pesqueria de camarons. També en el darrer decenni s'ha detectat un augment significatiu de l'abundor d'escifomeduses que ha portat a les autoritats mediambientals dels EUA a engegar un programa de recerca per esbrinar les causes d'aquesta situació, que alguns científics creuen imputable als canvis ambientals causats per l'extracció de l'or negre (Graham, 2001).

Factors antropogènics: la pesca

La sobreexplotació dels recursos pesquers condueix inevitablement a la disminució de la biomassa mundial de peixos i al col·lapse de les pesqueries, una tendència que podria ser compensada per un augment de la biomassa d'organismes gelatinosos. Les meduses competeixen amb els peixos per l'aliment, principalment petits crustacis com els copèpodes, i la sobrepesca proporcionaria majors recursos tròfics als cnidaris.

Les meduses també preden sobre les larves de peixos i alguns resultats obtinguts al mar Català indiquen que aquelles capturen aproximadament 1-10 % de larves quan poblacions d'ambdós organismes interactuen en l'espai i temps, agreujant-se l'impacte tròfic per la nit quan els predadors no visuals estenen els tentacles en les aigües superficials on es concentra l'ictioplàncton. El decreixement de la talla en les poblacions de peixos comercials i l'augment quantitatiu de meduses, podria produir també una reducció de les poblacions de copèpodes herbívors que afavoriria un increment de les concentracions d'algues dinoflagel·lades tòxiques amb les conegudes conseqüències en el sector mitilicultor (delta de l'Ebre).

La sobrepesca i la utilització de tècniques de captura indiscriminada com els *long-lines*, afecten negativament els predadors naturals de les meduses com són les tortugues, aus i diversos pei-

xos. El plàncton gelatinós és el principal component de la dieta de les tortugues marines (Bjorndal, 1997). L'ús de palangres ocasiona un greu impacte en aquest rèptils perquè molts moren ferits pels hams enganxats al tracte digestiu i que només poden extraure´s amb cirurgia. A més, la mortalitat de tortugues augmenta paral·lelament al nombre de deixalles plàstiques que suren a la deriva en tots els oceans perquè confonen els plàstics amb meduses, els ingereixen però no els digereixen i s'acumulen en l'estómac, morint per inanició degut a l'obturació del conducte digestiu. Per altra banda, el creixent impacte humà a les platges de noves zones turístiques on les tortugues tradicionalment ponen els ous, fa que any rera any el nombre de naixements minvi i algunes espècies estiguin en perill d'extinció. El plàncton gelatinós és una part important de la dieta del peix lluna *Mola mola*, el sorell i diversos estromateids com el pàmpol *Schedophilus medusophagus*. El nombre d'espècies amb dieta gelatinosa augmenta a mesura que es fan exàmens més acurats dels continguts estomacals i es supera la dificultat d'identificar i avaluar una massa gelatinosa en digestió. Malgrat la descoberta de nous depredadors de meduses, sembla que no son suficients per controlar les seves poblacions.

Entre els casos millor documentats d'explosió d'eixams de meduses a causa de la sobrepesca es troben les poblacions de *Chrysaora melanaster* en el Mar de Bering (Brodeur *et al.*, 1999). Es tracta d'una zona habitual de treball de la flota nord-americana i en la qual s'ha observat que en tan sols 10 anys, entre 1980 i 1990 la biomassa de meduses s'ha incrementat 10 vegades. En àrees tan productives, la disponibilitat d'aliment fa que les meduses creixin més ràpidament i arriben a major grandària. La intensa i constant pressió pesquera ha dut que les poblacions de meduses siguin un problema per la indústria pesquera. Els exemples es repeteixen en tots els oceans àdhuc que no es disposa d'informació continuada. En alguns casos s'han esmentat grans eixams als quals no se'ls dóna una causa evident com és el cas de l'espècie *Stomolophus nomurai* (Shimomura, 1959). També s'han observat elevades concentracions de zooplàncton gelatinós a l'Oceà Antàrtic (Pagès, 1997). La falta d'informació prèvia no permet ser més concloent però un dels efectes de la sobrepesca podria coincidir amb un increment dels carnívors gelatinosos.

Factors antropogènics: l'eutrofizació

Durant les darreres dècades, el creixent moviment humà cap a les terres litorals ha ocasionat un creixement incontrolat del grau d'eutrofització de les llacunes litorals arreu del món i de diversos fiords escandinaus. A les Illes Balears no es coneixen casos similars però l'exemple més proper és el canvi experimentat pel mar Menor (Múrcia) que a l'estiu congrega prop d'1 milió de persones al seu voltant. El mar Menor és una gran llacuna hipersalina de 160 km^2, amb una profunditat mitja de 3.5 metres. La llacuna ha sofert innombrables agressions antropogèniques com l'abocament de residus miners, la urbanització de la Mànega i l'augment del cabdal d'aigües fertilitzades provinents dels camps de Múrcia. L'ampliació de la connexió natural amb el Mediterrani per facilitar el pas d'embarcacions d'esbarjo va augmentar l'entrada d'aigües mediterrànies i la disminució mitja de la salinitat des de 52 psu (1970) fins 41 psu (1990) i un augment fins 45 psu (1998-1999) (Rosique, 2000). A la llacuna hi havia una població natural de l'escifomedusa *Aurelia aurita* que mai havia donat problemes als habitants de la zona. Però, a començaments dels anys 90, dues espècies, *Rhizostoma pulmo* i *Cotylorhiza tuberculata* van penetrar a la llacuna on van trobar un hàbitat idoni que van colonitzar ràpidament, essent avui dia els organismes més conspicus de la llacuna durant tot l'any. Ambdues espècies formen grans eixams de milers d'individus que han obligat les autoritats polítiques a prendre mesures (instal·lació de xarxes protectores a les platges i recollida per embarcacions pesqueres) amb un cost anual d'1 milió d'euros. Només molt recentment s'han plantejat iniciar estudis científics que aportin solucions al problema. La presència d'algues fotosintetitzadores endosimbionts a *Cotylorhiza*, que assimilen els compostos nitrogenats i fosfats dissolts en excés a les aigües i que provenen dels fer-

tilitzants utilitzats a tot el camp de Múrcia semblen explicar l'èxit de la colonització. Les causes de l'abundor de *Rhizostoma* es desconeixen.

Espècies autòctonas i espècies invasores

Una gran part de les proliferacions de meduses corresponen a espècies pròpies de les aigües d'una àrea o regió. Són les espècies nadiues que formen eixams inusuals per la seva grandària i persistència degut a la disminució dels depredadors, l'increment de preses o per factors ambientals que afavoreixen el seu desenvolupament poblacional. Però, altres proliferacions són degudes a espècies no indígenes conegudes com espècies invasores, que troben en el nou hàbitat condicions especials per al seu desenvolupament. Un tercer cas que també succeeix és la disminució d'alguna espècie de medusa per degradació de l'hàbitat natural (Mills 2001).

Els canals de Sues i Panamà foren creats per reduir el cost dels transports marítims entre mars i oceans sense valorar però, les conseqüències sobre les faunes indígenes per introducció d'espècies al·lòctones. Ambdues obres d'enginyeria han suposat un gran impacte ambiental en les regions afectades que en el cas de Sues es manifesta fins avui dia amb les anomenades espècies lessepsianes, aquelles que penetren en el Mediterrani provinents del mar Roig. Són nombroses les espècies lessepsianes registrades, que en algun cas han esdevingut un recurs pesquer, però també hi ha espècies força problemàtiques, ben particularment l'escifomedusa *Rhopilema nomadica* que ha constituït una població estable (Spanier i Galil, 1991). S'ha estès progressivament per les costes d'Egipte, Israel, Líban fins arribar a Turquia formant uns cinturons de molts quilòmetres de longitud que arriben 3-4 milles mar endins. La picada de la medusa és molt dolorosa i ha creat molts problemes sanitaris que han motivat la recerca d'un producte anti-alèrgic que recentment sembla haver estat descobert per científics israelians. La dispersió de la medusa és lenta però inexorable i cal pensar que serà trobada costes en el futur independentment de la possibilitat que arribi en l'aigua de llast descarregada pels vaixells portacontenidors que travessen la ruta Haifa-Barcelona una vegada per setmana.

Finalment, àdhuc que no hem trobat dades o informació publicada sobre les proliferacions de meduses en les Illes Balears, si que podem constatar que aquest fet ha ocorregut de manera recurrent durant els últims deu anys. Informació publicada en periòdics, comentada en televisions i cadenes de ràdio locals i nacionals, a més d'informació directa de persones que han observat aquest fenomen, ens duu a considerar que es tracta de fet cada vegada més important en les Illes. Creiem, que aquesta situació no deu ser molt distinta dels quals hem explicat per a altres zones. Però, el seu estudi hauria de ser un tema prioritari per a les administracions locals com nacionals a causa del efecte que pugui tenir sobre els ecosistemes marins, l'explotació de recursos i les activitats humanes en la zona costanera.

Jellyfish blooms

High concentrations of jellyfish and other organisms known as gelatinous plankton are a natural phenomenon in coastal and oceanic waters. The increase in their observation is a fact confirmed by the scientific community because the recording of blooms has increased in recent years (Mills, 2001; Purcell, 2005). This phenomenon has created a sense of alarm because it has caused major problems in some economic sectors and in the management of natural resources. Global climate change

and alterations caused by human activity have added a high degree of uncertainty to the rhythms of marine ecosystems. Oceans, and in particular coastal areas, are being affected by pollution and by over-fishing. Most of the energy that once circulated for the schools of fish is now processed by other predators (especially Cnidaria and Ctenophora) that fill a gap within the trofic system (Mills, 1995). Fishing activity continues to remove the large predators and as a result, the carnivorous zooplankton should proliferate without competitors. A lot of jellyfish are concentrated in waters in which fish reproduce or lay their larvae and eggs, which are potential prey (Purcell and Grover, 1990).

Another current of opinion highlights the increases or anomalies in jellyfish concentrations as a result of global change. Annual changes in population density have been linked to changes in the latitude of oscillation of the North Atlantic in the gulf stream or in the intensity of El Niño phenomenon (Purcell, 2005). The lack of long series of information on spatial and temporal variations in plankton communities does not allow the development of a precise cause-effect relationship between variability of oceanographic and climatic changes, and the oscillations of the plankton. A first approximation to the topic is linked to an increase in the temperature which could favour more advanced and shorter life cycles, which influences reproductive success (Arai, 1997). In some species, the slight increase in the reproduction rate is seen as an excellent indicator of global change or recent environmental changes that have altered their reproductive cycles (Brodeur *et al.*, 1999).

As a result of new observations of blooms of jellyfish on Catalan and Balearic Island beaches, and the increased number of people being stung by these animals, there is a perception of a progressive increase in the number of jellyfish along our coastline. Every summer the media handles each jellyfish proliferations of this phenomenon anecdotically in order to ring the alarm bells in response to their interests, but the questions raised need to be responded to accurately since conclusive data does not exist.

There are no records of blooms of jellyfish in any part of Spanish coast, and it is clear, a correct evaluation of the problem if it is considered such, would be more than just data collected at irregular intervals in space and time. It is possible however to make an estimate from observations and data collected by some people and organizations on a discontinuous basis. Several factors point to the progressive upward trend in the abundance of jellyfish in seas the world over, which seems to be hidden or smoothed only within the natural rhythms of the appearance of species, which become evident during seasonal population explosions. This phenomenon could become a problem in many places in the coming years. In fact, it is a problem already in some of them where it mainly affects to people visiting the beaches and to fishermen, as well as to the pelagic trophic webs.

Jellyfish: How well do we know them?

Jellyfish are among the worlds most primitive known organisms dating from the primary era. The earliest fossil examples have been found in Australia in deposits that go back nearly 600 million years. The current species have a very similar morphology to the fossil species. All the fossil records are jellyfish with a slightly complex morphology and correspond to large modern jellyfish known as Sciphomedusae. The most abundant and diversified are Hydromedusae, smaller and more delicate. Jellyfish have quite a simple overall organization. It is a sack at one end of which is the mouth, which also functions as the excretory orifice, around of which there is a crown of tentacles. Inside the sack there are structures for digestive and reproductive processes. They have no real tissues, and the two layers that make up their body wall (endoderm and ectoderm) are made up of specialized cells. Both layers are separated by a gelatinous third layer (mesoglea), which provides the turgidity characteristic of most jellyfish. More than 95% of their body is composed of water molecules, which means they have density very similar to that of sea water, and float (Arai, 1997; Bouillon, 1995).

There are 4,000 known species of jellyfish, of which 300 are found in the Mediterranean.

Most species live suspended in the mass of water due to their floatability. They are dragged around by currents although many can make slow movements. By cells comprising muscular fibres they expand and contract rhythmically and can cover large distances. Nevertheless, in some cases jellyfish have been observed moving at speeds of over 35 metres per hour. A density of 1 jellyfish per cubic metre is normal. However, they often form huge blooms with ten or more jellyfish per cubic metre. The living space occupied by a jellyfish includes their body and the area occupied by their tentacles. These can be retracted and can be as long as 5 metres in some species. The tentacles are essential for the capture of their prey. They extend like claws to trap any passing prey. When fully extended they are very thin and can only just be seen by their prey. When the prey comes into contact with the tentacle, it is paralyzed by the cnidocists. The tentacles are retracted to carry the prey to the mouth of the jellyfish.

With all their tentacles extended, jellyfish are excellent hunters. Almost all the species are carnivorous and feed on small crustaceans such as the copepodes, which are the most abundant type of zooplankton. In general they are opportunistic predators and will capture any prey within reach of their tentacles. They have a very high capacity for capture and in some geographical areas and in certain periods are the main consumers of zooplankton. An example is in the bay of Chesapeake (United States) in which the population of the jellyfish *Chrysaora quinquecirrha* can consume over 90% of the total zooplankton generated on the same day (Purcell and Arai, 2001). In the Mediterranean, the small jellyfish *Neoturris pileata* consumes more than 20 copepodes per day during the two months of its pelagic stage along their life cycle. This high predatory capacity is very important for the persistence of zooplankton communities when they form dense blooms of more than 100 individuals per cubic metre. But the effect that jellyfish may have on other organisms is not only restricted to predation. By feeding on many organisms that are also potential prey of other larger organisms such as large crustaceans and the larva of fish, the possibility of these finding prey is reduced. Since they compete advantageously for the same type of prey, the capacity for survival of other organisms in the same community is reduced. This phenomenon is especially important in the case of fish larva and small fish. Several studies have demonstrated that jellyfish also feed on fish larva and young fish. For example, observations have been made that show jellyfish of the genus *Aurelia* of around 50 cm in diameter are able to capture around 10 young herrings per hour when they find a shcool of these fish (Moller, 1984). This extreme appetite is favoured by the speed with which they digest their prey once it has entered the gastric cavity.

Many jellyfish have a life cycle divided into two stages. A free and swimming stage in the plankton, which is the jellyfish, and a polyp stage when it is attached to a substrate. The jellyfish stage is sexed, and there are male and female jellyfish. During the reproductive season, the individuals of each sex release the gametes into the medium for fertilization. In some species, a single jellyfish can produce around two million eggs. The fertilized egg gives rise to a larva that moves to the sea floor where after a few days it is transformed into a polyp. This polyp is asexual and its life expectancy varies greatly from one species to another. The polyp of large species stays on the sea floor for many months. Each polyp is capable of producing several jellyfish, which when released bear little resemblance to the adult jellyfish. The young jellyfish grow quickly and reach sexual maturity in one or two months. Adult jellyfish may live from six months to one or two years. The species *Aurelia aurita* produces several generations of gametes during its reproductive period which lasts from the beginning of spring to the middle of summer (Lucas, 2001).

The jellyfish appears seasonally in the plankton. In the Mediterranean, the period of maximum abundance is between the start of spring and the end of summer. The rest of the year there are less individuals and the majority of species await as polyps on the sea floor or as resistant eggs in the plankton. The latter do not develop, and await a water temperature increase at the start of spring. Normally jellyfish are solitary but at certain times of year form groups of thousands of individuals. For example, along the Catalan continental shelf, the densest populations of jellyfish are found from

20 to 40 miles from the coast in open waters. The jellyfish are concentrated in a zone especially rich in zooplankton situated at the edge of the continental shelf. This zone has particular hydrographical conditions (connected with a density front) which enhance and maintain of a high level of biological production. The high concentration of phytoplankton and zooplankton allows the jellyfish to find prey to grow, reproduce and generate large populations. Such biological production varies a great deal from one year to another and this means the abundance of jellyfish also fluctuates from one year to the next.

The dense blooms of jellyfish found in off the coast may be transported to the coast by superficial winds blowing inland. If the coastal waters have a temperature (and therefore a density) different to the temperature out at sea, it is far more difficult for the surface currents to drag the blooms of jellyfish towards the coast. But when the waters have very similar temperatures, the currents push the jellyfish quickly towards the shore. In consequence climatic factors that warm coastal waters at the start of spring are an indirect but determinant cause of the large quantities of jellyfish found on the beaches.

Oceanographic and climatic factors

The most abundant species in the western Mediterranean are in descending order: *Pelagia noctiluca, Rhizostoma pulmo, Cotylorhiza tuberulata, Chrysaora hysoscella.* However *Rhizostoma pulmo* appears to have taken the first place in the last two or three years. There are also sporadic appearances of hydromedusae but since they are smaller, they are not normally detected. The Anthomedusae *Vellela vellela* was the species found in the biggest and spectacular bloom in the year 2000. At the end of April large quantities of this neustonic species, easily identifiable because of the intense blue colour of its edges and the quitinous veil that leaves it at the mercy of the wind were observed on the costs of Tunisia and Algeria. In the middle of May, the coastal waters and beaches of Catalonia and the Balearic Islands were dyed blue by the inundation of this species, which was detected on the French coast the following month. The Costa Brava and the Balearic Islands had no memory of such a phenomenon throughout the previous century.

The blooms of jellyfish can be observed anywhere along the coast. They arrive for a range of physical and biological mechanisms. The direction of the wind and marine currents combined with the coastal topography directs them towards certain places where they form conglomerations of varying size and morphology (Graham *et al.*, 2003). Less well known is the role played in the behaviour of each species, although, for instance, in situ observations indicate concentrations in specific layers below the surface or in estuary zones and haline fronts during the reproductive season. Up to now there has been no study that demonstrates the abundance and frequency of jellyfish along our coasts is stable or has gone down in recent years. On the contrary, the small amount of available data and the intensification of a series of processes derived from human activities indicate a significant increase. The most believable data available correspond to the censuses of the Red Cross of Catalonia. The number of people attended to by this organization on the beaches of the municipality of Barcelona during the period 1996-2000 was 3053, 3835, 5628, 6797 and 4683 of which the following numbers had been stung by a jellyfish 700, 1396, 2738, 3197 and 953. The fall in the number of interventions in the year 2000 can be attributed to lower number of days made on the beach due to meteorological conditions (Red Cross 2000). Cumulative data for the entire Catalan coastline is not available, but an extrapolation taking into account the number of bathers would result in a very significant number of people affected.

Reductions in Winter rains at the same time as an increase in solar radiation could be linked to the abundance of jellyfish in coastal waters a few months later (Rubio and Muñoz 1997).

If the Spring is hot and it rains less than the seasonal average, the water of the continental shelf will be more homogenous with respect to the oceanic waters, and will facilitate the entry of oceanic water bringing with it blooms of jellyfish, because the barrier separating both water masses becomes less well defined. If we take into account the current drought which from year to year appears to be affecting more and more areas of the Mediterranean coast, it should be necessary to value the potential effect the control of water flows from rivers and the reduction in continental water reaching the sea.

Anthropogenic factors: Pollution

Greve and Parsons (1977) proposed that the classic pelagic food chain "microphytoplankton (diatoms)->copepodes->fish" could be being progressively replaced by a longer and less efficient chain because of the effects of the increase in concentrations of hydrocarbons in all the seas of the world. Marine bacteria proliferate in zones polluted by hydrocarbons and some species are used as a first shock force to fight against these black tides (Atlas 1995). Populations of bacteria are controlled by protists, mainly heterotrophic nanoflagelata who browsing (Vaqué *et al.*, 1994) and the latter are the prey of the ciliates, which constitute the main food source of the copepodes. The last link of the chain are the carnivorous gelatinous zooplankton (jellyfish, Siphonophores, Ctenophores); a diverse and abundant group that competes with the ichthyoplankton for the micro- and mesozooplankton, and in the last group the copepodes are often the most numerous group. This theory has not been demonstrated but there are at least two examples that indicate a substantial increase in the abundance of Sciphomeduses in two areas affected differently by oil exploitations.

In 1989, a serious accident occurred in Prince William Sound (Alaska) when the super tanker Exxon Valdez crashed against the reefs and spilled thousands of tonnes of crude. The environmental impact was colossal and the affects are still being felt in the region today. Prince William Sound shelters large conglomerations of jellyfish *Aurelia labiata*, which however perform major annual variations (Purcell *et al.*, 2000). One of the most notable changes is the incredible increase in jellyfish caught by the fishing fleet that operates in the Bering sea throughout the period (1990-1997) (Brodeur *et al.*, 1999), although up to now we have not seen the relationship between these two facts published or mentioned anywhere.

In another example, the continental shelf of the gulf of Mexico is a huge field of oil rigs which have negatively affected the traditional and rich fishing of small shrimp. Also in recent decades a significant increase has been detected in the abundance of Sciphomedusae, which has led the environmental authorities of the United States to initiate a research programme to find the causes of this situation, which some scientists feel is attributable to environmental changes caused by oil extraction (Graham, 2001).

Anthropogenic Factors: Fishing

The over-exploitation of fishing resources inevitably leads to a reduction in the world biomass of fish stocks and to the collapse of the fishing industry; a trend that could be compensated by an increase in gelatinous organisms. Jellyfish compete with the fish for their food; mainly small crustaceans such as Copepodes, and over-fishing provides major trophic resources to the Cnidaria. Jellyfish are also predators of fish larvae and some results obtained in the Catalan sea show they catch around 1-10 % of larvae when the populations of both organisms interact in space and time, having a greater trophic impact at night when non-visual predators extend their tentacles in those superfitial waters where ichthyoplankton concentrations are high. The decrease in the size of commercial fish

stocks and the increase in the quantity of jellyfish could also cause a reduction in the populations of herbivorous Copepodes, which would foment an increase in the concentrations of toxic dinoflagelate algae with well known consequences in the mussel culture sector (Ebro Delta).

Over fishing and the use of indiscriminate capture techniques such as long-lines, have a negative affect on the natural predators of the jellyfish such as turtles and several types of fish. Gelatinous plankton is the main food source of marine turtles (Bjorndal, 1997). The use of longlines lines has a major effect on this reptile because many die harm by fishhooks stuck in their digestive tract, which can only be removed by surgery. The mortality of turtles increases in parallel with the number of plastic rubish drifting around the worlds oceans, because they confuse the plastic with jellyfish, and swallow them but cannot digest them, and they accumulate in the stomach until they die of hunger because of the obstruction to their digestive tract. Furthermore, the increased human impact on beaches in new tourist zones where the turtles traditionally lay their eggs means every year the number of births goes down. As a result some species are in danger of extinction. Gelatinous plankton are an important part of the diet of the fish *Mola mola*, the Atlantic horse mackerel, *Trachurus trachurus,* and several Estromateidae such as *Schedophilus medusophagus*. The number of species known to have a gelatinous diet has increased with more accurate examinations of the contents of stomachs and when the difficulty of identifying and evaluating a half-digested gelatinous mass has been overcome. Despite the discovery of new species of jellyfish predators, they are still not enough to control the size of the populations.

One of the best known cases of explosions of jellyfish blooms caused by over fishing can be found in populations of *Chrysaora melanaster* in the Bering sea (Brodeur *et al.*, 1999). It is a common zone of fishing of the North American fishing fleet in which in just 10 years, between 1980 and 1990, the biomass of jellyfish has increased tenfold. In such productive areas, the availability of food means the jellyfish grow quicker and bigger. The intense and constant fishing burden has meant the jellyfish have become a problem for the fishing industry. These examples are repeated in all the oceans, although information is not always available. In some cases, large blooms have been quoted, for which an obvious cause has not been found as in the case of the species *Stomolophus nomurai* (Shimomura, 1959). High concentrations of gelatinous zooplankton have also been observed in the Antarctic Ocean (Pagès, 1997). The lack of prior information does not allow conclusions to be drawn, but one of the effects of over-fishing could be an increase in gelatinous carnivores.

Anthropogenic Factors: Eutrophication

In recent decades, the movement of humans to the coastal areas has caused an uncontrollable growth of eutrophication of the coastal lagoons around the world and of several Scandinavian fjords. In the Balearic Islands similar cases are not known, but the best example refers to the changes undergone in the Mar Menor in Murcia, around which a million people congregate every summer. The Mar Menor is a 160 km^2 highly saline lagoon, with an average depth of 3.5 metres. The lagoon has suffered greatly from the activities of humans such as the pollution with tailings, the urbanization of the Manga and the increase in the flow of fertilized waters from the fields of Murcia. The widening of the natural link with the Mediterranean to allow leisure boats to pass increased the entry of mediterranean water and reduced the average salinity from 52 psu (1970) to 41 psu (1990) and finally to 45 psu (1998-1999) (Rosique, 2000). There was a natural population of the sciphomedusa *Aurelia aurita* in the lagoon that had never before caused problems to the local population. But at the beginning of the of the nineties, two species, *Rhizostoma pulmo* and *Cotylorhiza tuberculata* entered the lagoon and found an ideal habitat, which they quickly colonized. They are now the most conspicuous organisms in the lagoon throughout the year. Both species form huge blooms of thousands of individuals, which have

obliged the authorities to take measures (installation of protective barriers on beaches and collection by fishing boats) with an annual cost of around a million euros. More recently scientific studies have been set up to search for solutions to the problem. The presence of photosynthetic algae endosymbiotic to *Cotylorhiza* which assimílate saturated nitrogen and phosphorus compounds coming from the generalised use of fertilizers all over the culture lands of Murcia, may explain such a successful colonization. The causes of the abundance of *Rhizostoma* are unknown.

Indigenous and non-indigenous species

Most of the high concentrations of jellyfish are made up of species indigenous to the waters of an area or region. Native species are the ones that form unusually large and persistent blooms due to the reduction of predators, the increase in prey and to environmental factors that favour the increase in population. However, other concentrations are due to non-indigenous species known as invaders, which find in the new habitat ideal conditions for their development. A third case also exists, when the population of a species of jellyfish falls because of the degradation of its natural habitat (Mills 2001).

The Suez and Panama canals were created to reduce the cost of maritime transport between seas and oceans without evaluating the consequences for the indigenous fauna of the resulting introduction of non-indigenous species. These two engineering projects have had a huge environmental impact. In the case of the Suez canal they can still be seen today with what are known as the lessepsian species, which have entered the Mediterranean from the Red sea. There are numerous recorded lessepsian species, which in some cases have become a fishing resource, but which in others have been very problematic, especially the Sciphomeduse *Rhopilema nomadica* which has a stable population (Spanier and Galil, 1991). It has extended progressively along the coasts of Egypt, Israel, Libya and reached Turkey forming belts many kilometres long that penetrate up to 3-4 miles off the coast. The sting from the jellyfish is very painful and has created a health problem provoking research to find an antidote, which seems to have been successfully completed by Israeli scientists. The spread of the jellyfish is slow but inexorable, and we should think that it will reach the coast in the future on its own, apart from eventually coming immersed in the ballast waters brought by the container ships that make the Haifa-Barcelona route once a week.

Lastly, although we have found no data or published studies on jellyfish blooms in the Balearic Islands, we can affirm that the event has occurred recurrently during the last two years. Information published in newspapers, and on television and local and national radios, as well as information received directly from people who have observed the phenomenon confirms it as increasingly relevant to the Islands. We feel that the situation should not be very different to other situations we have explained in other zones. However, its study should be a priority for local and national administrations as a result of the effect that it could have on marine ecosystems, the exploitation of resources and human activities in coastal areas.

Referències/References

Arai, M.N. 1997. *A Functional Biology of Scyphozoa*. Chapman & Hall, London. 316 pp.

Atlas RM 1995. Petroleum biodegradation and oil spill bioremediation. *Marine Pollution Bulletin*, 31:178-182.

Bjorndal KA 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. The Biology of the Sea Turtles. PL Lutz & JA Musick (eds.). CRC Press, Florida: 199-231.

Bouillon, J. 1995. Classe des Hydrozoaires. In Traité de Zoologie (ed. Grassé, P.P.i Doumenc, D.), Masson, Paris, 3(2): 29-416.

Bouillon, J., Medel, M.D., Pagès, F., Gili, J.M., Boero, F.i Gravili, C. 2004. Fauna of the Mediterranean Hydrozoa. *Scientia Marina* 68 (Supl. 2): 1- 449.

Brodeur, R.D., Mills, C.E, Overland, J.E.,. Walters, G.E. i J.D. Schumacher 1999. Evidence for a substantiasl increase in gelatinous zooplankton in the Bering Sea, with possible links to climate change. *Fishery Oceanography*, 8: 296-306.

Creu Roja de Catalunya 2000. Platges 2000 Barcelona. Informe memòria, 25 pp.

Graham, W.M., Martin,D.L., Felder, D.L., Asper, V.L. i Perry, H.M. 2003. Ecological and economic implications of a tropical jellyfish invader in Gulf of Mexico. *Biological Invasions*, 5: 53-69.

Graham, W. M., Pagès, F. i W. M. Hamner, W.H. 2001. A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia*, 451: 199-212.

Greve, W. i T.R. Parsons, 1977. Photosynthesis and fish production: Hypothetical effects of climatic change and pollution. *Helgoländer wiss. Meeresunters*, 30: 666-672

Lucas, C.H. 2001. Reproduction and life history strategies of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, in relation toits ambient environment. *Hydrobiologia*, 451: 229-246.

Mills, C.E. 1995. Medusae, siphonophores and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 52: 575-581.

Mills, C.E. 2001. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response tochanging ocean conditions?. *Hydrobiologia*, 451: 55-68.

Möller, H. 1984. Reduction of a larval herring population by jellyfish predator. *Science*, 224: 621-622.

Pagès, F. 1997. The gelatinous zooplankton in the pelagic system of the Southern Ocean: a review. *Annals de l'Institute Oceanographique de Paris*, 73: 139-158.

Purcell, J.E. 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. *Journal of the Marine Biological Association of Uunited Kingdom*, 85: 461-476.

Purcell, J.E. i Arai, M.N. 2001. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. *Hydrobiologia*, 451: 27-44.

Purcell, J.E. i Grover, J.J. 1990. Predation and food limitation as causes of mortality in larval herring at a spawning ground in British Columbia. *Marine Ecology Progress Series*, 59: 55-67.

Purcell, J.E., Brown, E.D., Stoikesbury, K.D.E., Haldorson, L.H. i. Shirley, T.C. 2000. Aggregations of the jellyfish *Aurelia labiata*: abundance, distribution, association with age-0 walleye pollock, and behaviors promoting aggregation in Prince William Sound, Alaska, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 195: 145-158.

Rosique, MJ 2000. Recopilación y análisis de los trabajos existentes sobre el mar Menor., 152 pp.

Rubio, P. i J.M. Muñoz 1997. Predicción estival del riesgo de blooms *de Pelagia noctiluca* (litoral central catalán). En: Situaciones de riesgo climático en España. José Creus Novau (ed.). Instituto Pirenaico de Ecología, Jaca (Huesca): 281-287.

Shimomura, T. 1959. On the unprecedented flourishing of 'Echizen-Kurage', *Stomolophus nomurai* (Kishinouye), in the Tsushima Warm Current regions in autumn, 1958. *Bulletin of Sea Regional Fisheries Research Laboratory*, 7: 85-107.

Spanier, E. i B.S. Galil 1991. Lessepsian migration: a continuous biogeographical process. *Endeavour*, New Series 15: 102-106.

Vaqué, D., J.M. Gasol i C. Marrasé 1994. Grazing rates on bacteria: the significance of methodology and ecological factors. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 109: 263-274.